

程能林 陈光炯 刘芹青 编

非金属材料手册 (续篇)

非金属材料手册 (续篇)

程能林 陈先知 刘芹青编

湖南科学技术出版社

非金属材料手册(续篇)

程能林 陈先知 刘芹青编

责任编辑: 贾平静
罗盛祖

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销 益阳湘中印刷厂印刷

1990年12月第1版第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 13.75 字数: 312,000

印数: 1—2,100

ISBN7—5357—0804—8

TQ·9 定价: 5.15元

地科90—62

前 言

材料品种繁多，按照材料的性质和用途分类，基本上可分为金属材料（黑色及有色金属）和非金属材料两大类。非金属材料可分为有机材料和无机材料两类，它包括石料、土、水泥、骨材、耐火材料、陶瓷、搪瓷及粘土制品、玻璃、珐琅、无机及有机纤维、研磨材料、碳素材料、木材、竹藤、塑料、橡胶、皮革、胶粘剂、涂料、印刷油墨、颜料、染料、吸附材料、电器材料、保温和隔热材料、音响材料以及石油制品、油脂加工品、原子能工业材料、工业用水等。本书是《非金属材料手册》一书的姊妹篇，主要选择其中一些无机非金属材料进行介绍。为便于读者阅读，章节顺序接着前者顺次排列。

我们从满足社会实际需要出发，将各种非金属材料的制造方法、性质、用途、使用条件及理化数据等基本内容整理汇编成了本书。大部分材料还附有国内外生产厂家及商标的介绍，以便读者在实际工作中能够对各种非金属材料加以认识、选择。

本书可作工具书供物资部门、厂矿企业、科研设计单位使用，也可供物资学校师生和物资部门职工培训参考，还可作为选购非金属材料和使用已有非金属材料的指南。

全书由程能林、陈先知、刘芹青分章编写，程能林主编。在编写过程中，温宗珍、何荣乐同志参加了部分工作，特此表示谢意。由于水平有限，书中难免存在缺点和不妥之处，衷心期待读者批评指正。

编 者

目 录

第七章 保温隔热材料

一、概述	1
(一) 什么是保温隔热材料	1
(二) 影响保温隔热材料的因素	2
(三) 保温隔热材料的分类	3
二、保温隔热材料简介	15
(一) 有机保温隔热材料	15
(二) 无机保温隔热材料	21
(三) 多孔材料	43
(四) 金属保温隔热材料	50

第八章 耐火材料

一、概 述	52
(一) 什么是耐火材料	52
(二) 耐火材料的分类	53
(三) 耐火材料的化学组成	54
二、耐火材料的性能	59
(一) 真比重	59
(二) 体积密度	59
(三) 气孔率	59
(四) 显气孔率 (或开口气孔率)	59
(五) 透气度	60
(六) 高温耐压强度	60
(七) 荷重软化温度	60
(八) 耐火度	60
(九) 高温蠕变度	61
(十) 重烧线变化	61

(十一) 耐热震性.....	61
(十二) 抗渣性.....	62
三、耐火材料各论.....	62
(一) 硅质耐火材料.....	62
(二) 硅酸铝质耐火材料.....	65
(三) 碱性耐火材料.....	74
(四) 其他耐火材料.....	82
(五) 特殊耐火材料.....	94
(六) 耐火度的测定.....	98

第九章 陶瓷

一、概述	107
(一) 发展简介.....	107
(二) 陶瓷的分类.....	108
(三) 陶瓷原料.....	111
(四) 陶瓷生产过程.....	130
(五) 影响陶瓷质量的因素.....	134
二、陶瓷制品介绍.....	136
(一) 普通陶瓷.....	136
(二) 特种陶瓷.....	149

第十章 吸附材料

一、氧化铝	161
(一) 概述.....	161
(二) 氧化铝的分类.....	162
(三) 氧化铝的性能及应用.....	166
二、活性炭	169
(一) 概述.....	169
(二) 活性炭的制备.....	170
(三) 活性炭的吸附特性.....	171
三、硅胶	174
(一) 概述.....	174

(二) 制备方法·····	175
(三) 硅胶的特性及应用·····	175
四、沸石分子筛·····	177
(一) 概述·····	177
(二) 沸石分子筛的结构特点及分类·····	178
(三) 沸石的性质·····	190
(四) 沸石分子筛的应用·····	225
五、离子交换树脂·····	225
(一) 概述·····	225
(二) 分类·····	226
(三) 离子交换树脂的功能·····	234
(四) 离子交换树脂的应用·····	236
(五) 离子交换树脂的再生·····	239

第十一章 水泥

一、概述·····	265
二、水泥的技术特性·····	271
(一) 水泥标号与强度·····	271
(二) 凝结与硬化·····	274
(三) 标准稠度与标准稠度的用水量·····	275
(四) 水泥安定性·····	275
(五) 和易性·····	275
(六) 水泥细度或比表面积·····	276
(七) 水化速度及水化热·····	276
(八) 混合材料·····	277
三、硅酸盐水泥·····	277
(一) 概述·····	277
(二) 原料及生产过程·····	279
(三) 硅酸盐水泥的化学成分及矿物组成·····	282
(四) 硅酸盐水泥的凝结硬化过程与水化反应·····	283
四、普通硅酸盐水泥·····	285
五、矿渣硅酸盐水泥·····	285

六、火山灰质硅酸盐水泥	288
七、粉煤灰硅酸盐水泥	290
八、特种水泥	295
(一) 快硬硅酸盐水泥	295
(二) 硅酸盐大坝水泥	297
(三) 油井水泥	301
(四) 抗硫酸盐硅酸盐水泥	303
(五) 白色硅酸盐水泥与彩色硅酸盐水泥	303
(六) 高铝水泥	305
(七) 膨胀水泥	307
(八) 耐火水泥	308
(九) 水泥标号的检定	312

第十二章 玻璃

一、玻璃及其性质	324
(一) 玻璃的机械性质	324
(二) 玻璃的热学性质	326
(三) 玻璃的化学稳定性	327
(四) 玻璃的光学性质	328
二、玻璃的分类	334
(一) 根据玻璃特征分类	334
(二) 根据用途和使用环境分类	334
(三) 根据制造方法分类	338
三、玻璃的化学成分与原料	338
(一) 玻璃的化学成分	338
(二) 玻璃用原料	340
四、玻璃的制造过程	347
(一) 配料	347
(二) 玻璃熔制	347
(三) 玻璃成形	351
(四) 玻璃的退火和淬火	353
五、玻璃制品介绍	354

(一) 平板玻璃·····	354
(二) 玻璃瓶罐·····	360
(三) 玻璃器皿·····	360
(四) 仪器玻璃·····	369
(五) 石英玻璃·····	359
(六) 光学玻璃·····	369
(七) 灯泡玻璃·····	392
(八) 电真空玻璃·····	397
(九) 封接玻璃·····	397

附表

附表 1	国内外常用工业标准代号表·····	401
附表 2	常用材料密度表·····	403
附表 3	布氏、洛氏、维氏、肖氏硬度换算表·····	405
附表 4	各种硬度指标比较·····	417
附表 5	国际制单位与非国际制单位间的换算·····	418

主要参考资料

第七章 保温隔热材料

一、概 述

(一) 什么是保温隔热材料

在任何介质中，当两处的温度出现差异时就会产生热的传递现象，热能将由温度高的地方转移至温度低的地方。为了防止房屋和热工设备及管道的热量损失或隔绝外界热量的传入，就必须选用保温性能好的围护材料。通常将导热系数小于0.29瓦/米·开，容重小于1000千克/米³的工程材料称为保温材料 and 隔热材料。

保温隔热材料的导热系数 λ ，由单位时间内通过单位面积的热流量 q 求出。

$$q = \frac{\lambda}{a} (t_1 - t_2)$$

$$\lambda = \frac{q \cdot a}{t_1 - t_2}$$

式中 q —传导热量，焦；
 λ —导热系数，瓦/米·开；
 $t_1 - t_2$ —材料两侧温度差（度）。

因此，通过热量的测量，可以求出各种保温隔热材料的导热系数，或者热阻 R （单位为开·米/瓦）

$$R = \frac{1}{q} (t_1 - t_2)$$

(二) 影响保温隔热材料的因素

导热系数或热阻是评定保温隔热材料性能好坏的主要指标。应当指出,即使是同一种材料,其导热系数也并不是固定不变的。影响材料的导热系数的因素主要有以下几方面:

1. 容重:由于材料中固体物质的导热能力比空气的要大得多,故容重较小的材料,其导热系数也较小。对于容重很小的材料,特别是纤维状材料(如超细玻璃纤维),当容重低于某一极限时,导热系数反而有增大的现象,这是由于孔隙增大且互相连通的孔隙增多,而使对流作用加强的结果。因此,这类材料存在一个最佳容重,即在这个容重下导热系数最小。当容重超过或低于这个极限值时,导热系数都将增大。

2. 湿度:材料吸湿受潮后,其导热系数增大,在多孔材料中最为明显。这是由于在材料的孔隙中有了水份(包括水蒸汽和液态水)后,除了孔隙中剩余的空气分子的导热,对流以及部分孔壁的辐射作用之外,孔隙中蒸汽的扩散和水分子的热传导起着主要作用。水的导热系数($\lambda = 0.5$)比孔隙内空气的导热系数($\lambda = 0.025$)大20倍左右,如果孔隙中的水结成了冰,则导热系数将更大($\lambda = 2.0$)。

3. 温度:材料的导热系数随温度的升高而增大,因为温度升高时,材料固体分子的热运动增强。同时材料孔隙中空气的导热和孔壁间的辐射作用也有所增强。当温度在 $0 \sim 50^\circ\text{C}$ 范围内时,这种影响并不大,只是对处于高温或低于零度下的材料,才要考虑温度的影响。

4. 热流方向:对于各向异性材料,如木材等纤维质的材料,当热流平行于纤维延伸方向时,热流受到阻力小,而热流

垂直于纤维延伸方向时，受到的阻力最大。以松木（容重550千克/米³）的导热系数为例，热流垂直于木纹时 $\lambda = 0.15$ ；当热流平行于木纹时，则 $\lambda = 0.30$ 。影响材料导热系数的因素中，显然容重是决定因子，是决定材料保温隔热性能的重要依据。表7-1为常用保温隔热材料的性能。

（三）保温隔热材料的分类

1. 按材料来源和性质分类：

（1）有机保温隔热材料——稻草、稻壳、甘蔗纤维、软木棉、木屑、刨花、木纤维及其制品。这类材料容重小。来源广，多数价格低廉。但吸湿性大，受潮后易腐烂，高温下易分解或燃烧。

（2）无机保温隔热材料——矿物类有砂棉、膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、硅藻土石膏、炉渣、陶粒、玻璃纤维、加气混凝土、泡沫混凝土等及其制品。

（3）合成保温隔热材料——化学合成聚酯及合成橡胶类如聚苯乙烯、聚氨酯、醋酸乙烯、酚醛塑料和泡沫塑料等及其制品。

2. 按材料形状分类：

（1）松散保温隔热材料——炉渣、水渣、膨胀蛭石、矿物棉、膨胀珍珠岩、锯木和稻壳等。它不宜用于受振动的围护结构。

（2）板状保温隔热材料——指松散保温隔热的制品，或者人工合成聚酯与合成橡胶类等材料的制品。如矿物棉板、蛭石板、泡沫塑料板、软木板以及有机纤维板（木丝板、刨花板、稻草板和甘蔗板）以及泡沫混凝土板等。它具有原松散材料的一些性能，加工简单，施工方便。

（3）整体保温隔热材料——用松散保温隔热材料作骨料，

表 7—1

常用保温隔热材料的性能

材 料 名 称	容重 γ (千克/米 ³)	导热系数 λ (1.16瓦/米·开)	比热C (4.19×10 ³ 焦/千克·开)	蓄热系数S Z=24小时 (1.16瓦/米 ² · 开)	蒸气渗透系数 μ (7.5×10 ⁻⁹ 千克/米·时·帕)
石 棉 制 品					
石棉毡	420	0.10	0.20	0.15	0.0067
石棉水泥块和板	1900	0.30	0.20	5.45	0.0035
石棉水泥隔热板	500	0.11	0.20	1.69	0.052
石棉水泥隔热板	300	0.08	0.20	1.12	0.052
石棉水泥隔热板	250	0.06	0.20	0.83	0.052
混 凝 土					
地筋青混凝土	2100	0.90	0.40	14.00	0.001
钢筋混凝土①	2400	1.30	0.20	12.85	0.004
碎石或卵石混凝土①	2200	1.10	0.20	11.20	0.006
碎砖混凝土	1800	0.75	0.20	8.40	0.009
大孔隙的无砂混凝土	1900	0.85	0.20	9.15	0.0275
大孔隙的无砂混凝土	1600	0.60	0.20	7.05	0.030
石渣混凝土(轻混凝土)	1500	0.60	0.19	6.65	0.012

续表 1

材 料 名 称	容重 γ (千克/米 ³)	导热系数 λ (1.16瓦/米·开)	比热 C (4.19×10 ³ , 焦/千克·开)	蓄热系数 S $Z=24$ 小时 (1.16瓦/米 ² ·开)	蒸气渗透系数 μ (7.5×10 ⁻⁶ 干 克/米·时·帕)
石渣混凝土(轻混凝土)	1000	0.35	0.18	4.05	0.018
蒸炼和非蒸炼泡沫混凝土	800	0.25	0.20	3.22	0.0245
蒸炼和非蒸炼泡沫混凝土	600	0.18	0.20	2.37	0.0285
蒸炼和非蒸炼泡沫混凝土	400	0.18	0.20	1.65	0.0325
土壤、土壤制品、填充材料					
夯实草泥或粘土墙	2000	0.80	0.20	9.10	0.013
草 泥	1000	0.30	0.25	4.40	0.025
土坯墙	1600	0.60	0.25	7.90	0.023
粘土—砂	1800	0.60	0.20	7.50	0.013
粘土—矿渣	1300	0.45	0.19	5.40	0.020
粘土—稻草浆	1000	0.30	0.25	4.40	0.025
建筑物下的腐植土	1800	1.00	0.20	9.70	—
用干砂填充	1600	0.50	0.20	6.45	0.022
用非透水性砂填充	1500	0.30	0.20	4.85	0.020
用硅藻土填充	600	0.15	0.20	1.84	0.040

续表 2

材 料 名 称	容重 γ (千克/米 ³)	导热系数 λ (1.16瓦/米·开)	比热 C (4.19×10 ³ 焦/千克·开)	蓄热系数 S $Z = 24$ 小时 (1.16瓦/米 ² ·开)	蒸气渗透系数 μ (7.5×10 ⁻⁹ 千克/米·时·帕)
硅藻土砖	1000	0.28	—	—	—
用陶土填充 (有孔粘土)	900	0.35	0.21	4.15	0.028
用陶土填充	500	0.18	0.21	2.20	0.040
干土填料	700	0.22	—	—	—
石 材					
大理石, 花岗石, 玄武石	2800	3.00	0.22	21.90	0.0015
砂岩与石英岩	2400	1.75	0.22	15.50	0.005
形状整齐的石砌体 (石块 γ = 2800)	2680	2.75	0.22	20.60	0.0028
形状整齐的石砌体 (石块 γ = 2000)	1960	0.97	0.22	10.40	0.0086
形状整齐的石砌体 (石块 γ = 1200)	1260	0.44	0.22	5.65	0.0175
形状整齐的石砌体③ (石块 γ = 2800)	2420	2.21	0.22	17.50	0.0055

续表 8

材 料 名 称	容重 γ (千克/米 ³)	导热系数 λ (1.16瓦/米·开)	比热 C (4.19×10^3 , 焦/千克·开)	蓄热系数 S $Z = 24$ 小时 (1.16瓦/米 ² ·开)	蒸气渗透系数 μ (7.5×10^{-6} , 千克/米·时·帕)
形状整齐的砌体③ (石块 γ = 2000)	1900	0.91	0.22	9.95	0.0098
形状整齐的砌体③ (石块 γ = 1200)	1380	0.52	0.22	6.40	0.0152
软 木					
软木板	250	0.06	0.50	1.40	0.005
软木屑板	150	0.05	0.45	0.94	0.006
木料及木材					
松和云杉垂直木纹	550	0.15	0.60	3.60	0.0082
松和云杉平行木纹	550	0.30	0.60	5.05	0.034
橡木垂直木纹	800	0.20	0.60	5.00	0.0075
橡木平行木纹	800	0.35	0.60	6.60	0.040
干木板	250	0.05	0.60	1.40	②
密实的刨花	300	0.10	0.60	2.15	0.060

续表 4

材 料 名 称	容重 γ (千克/米 ³)	导热系数 λ (1.16瓦/米·开)	比热 C (4.19×10^3 焦/千克·开)	蓄热系数 S $Z = 24$ 小时 (1.16瓦/米 ² ·开)	蒸气渗透系数 μ (7.5×10^{-9} 千克/米·时·帕)
木锯末	250	0.80	0.60	1.75	0.035
干木屑	150	0.40	0.60	3.06	0.035
白灰锯末	300	0.11	0.55	2.15	0.035
木丝板	250	0.065	0.60	1.60	0.035
树脂木屑板	300	0.10	0.45	1.90	0.033
菱苦土刨花板及硅酸盐水泥刨花板④	600	0.20	0.55	4.15	0.014
菱苦土刨花板及硅酸盐水泥刨花板④	400	0.14	0.55	2.83	0.014
菱苦土刨花板及硅酸盐水泥刨花板④	250	0.10	0.55	1.89	0.014
无水泥的木质纤维板	600	0.14	0.60	3.60	0.015
无水泥的木质纤维板	250	0.065	0.60	1.60	0.032
无水泥的木质纤维板	150	0.05	0.60	1.10	0.045
胶合板	600	0.15	0.60	3.75	0.003